



Fügen von faserverstärkten Kunststoffen in Multi-Material- Fahrzeugstrukturen – aktuelle Forschungsergebnisse

Dipl.-Ing. Andreas Piller ¹, Prof. Dr.-Ing. Horst E. Friedrich¹,
Dipl.-Ing. Gundolf Kopp¹, Dr.-Ing. Frank Henning²

¹Institut für Fahrzeugkonzepte, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Stuttgart,

² Fraunhofer-Institut Chemische Technologie (ICT), Pfinztal



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Fügen von faserverstärkten Kunststoffen in Multi-Material-Fahrzeugstrukturen – aktuelle Forschungsergebnisse

- Vorstellung „Institut für Fahrzeugkonzepte“
- kalte Fügeverfahren für langfaserverstärkte Kunststoffe (LFT)
 - stoffschlüssiges Fügen
 - mechanisches Fügen
- Optimierung des Fügepunktabstandes
- Zusammenfassung



DLR, Institute Verkehr

5.600 Mitarbeiter in
28 Forschungseinrichtungen

Forschungs-Programme:

- Luftfahrt
- Raumfahrt
- **Verkehr**
- Energie

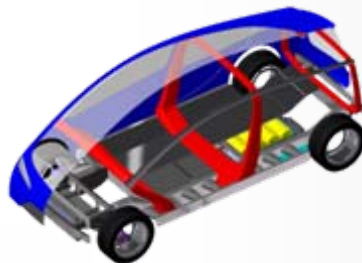
Institut für Verkehrsforschung



Institut für Verkehrssystemtechnik



Institut für Fahrzeugkonzepte



Motivation

- Endlichkeit der natürlichen und der fossilen Ressourcen
- Folgen des Klimawandels
- Zunehmende Bevölkerung verlangt zunehmende Mobilität

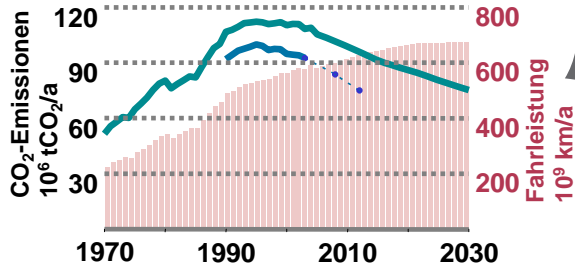


Bedeutung des Leichtbaus in der Fahrzeugtechnik:

- Reduktion der Fahrwiderstände durch verringerte Fahrzeugmasse
- Niedrigerer Verbrauch / CO_2 -Emission
- Gesetzgebung / Standards

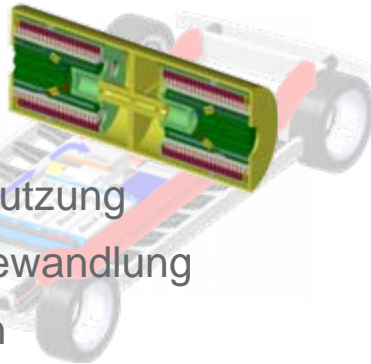


Vision CO₂-neutrales Fahrzeug



Erhöhung der Energieeffizienz

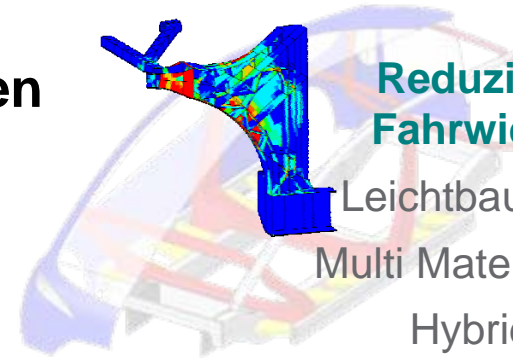
Sekundärenergienutzung
Alternative Energiewandlung
Kraftstoffszenarien



Stoßrichtungen

Reduzierung der Fahrwiderstände

Leichtbaustrategien
Multi Material Design
Hybridbauweise

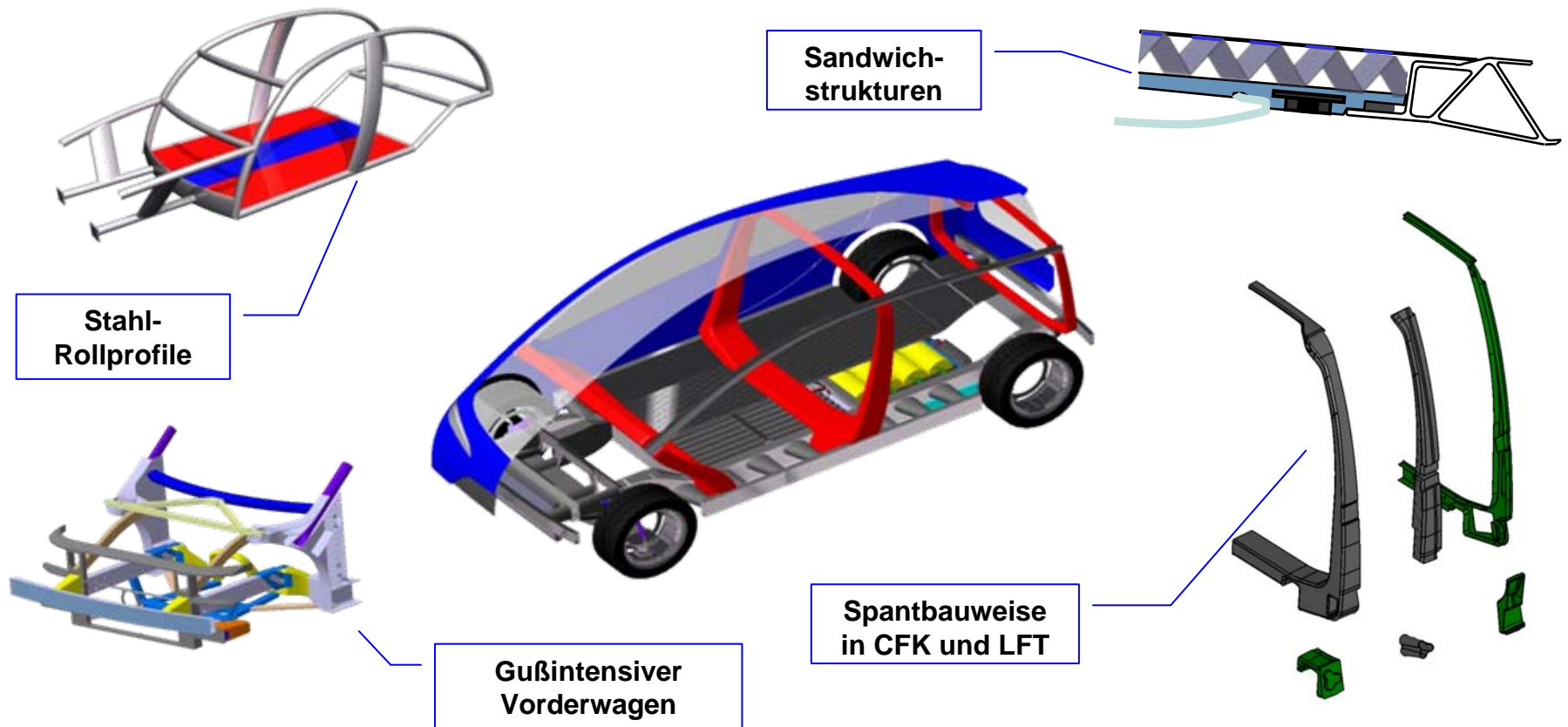


Synthese

Neue Fahrzeugkonzepte
Entwicklung und Integration
innovativer Technologien



Konzeptfahrzeug in Multi-Material-Design (MMD)



Fügetechnologien sind das zentrale Thema für die erfolgreiche Umsetzung von MMD-Fahrzeugstrukturen

Werkstoffe

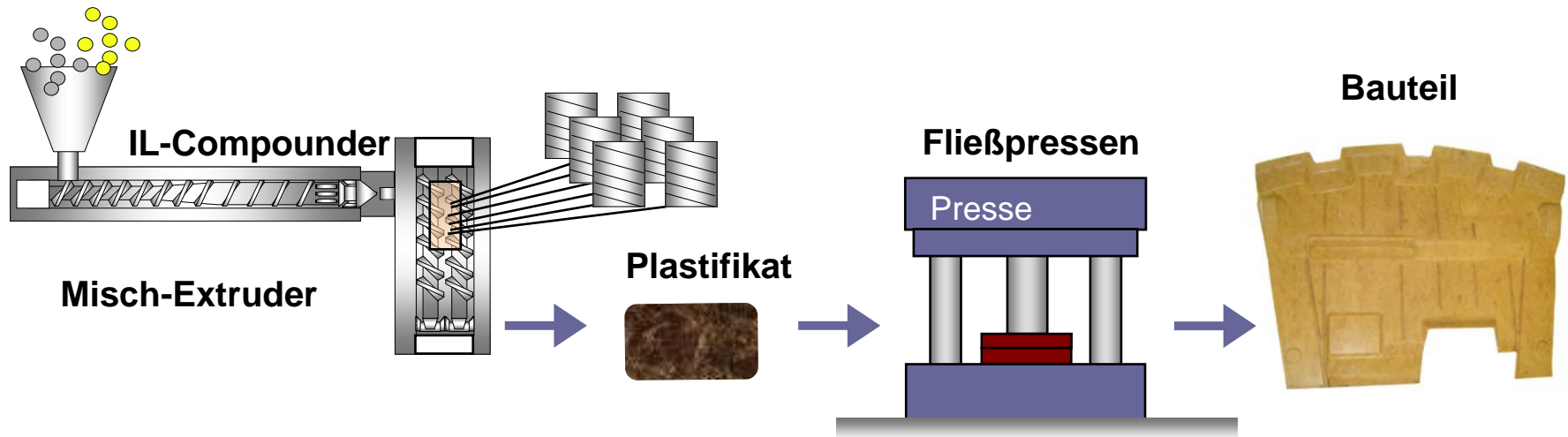
Materialentwicklung im LFT-Direktverfahren

Matrix Polymere

- Polypropylen
- Polyamide: PA 6, PA 6.6 etc.
- Polyethylenterephthalat (PET)
- Styrol Copolymere: ABS, ASA, SAN etc.
- Blends

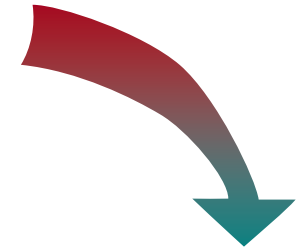
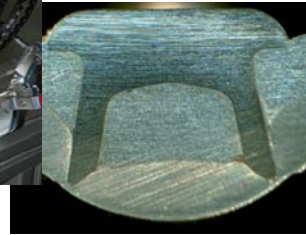
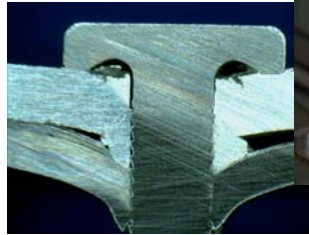
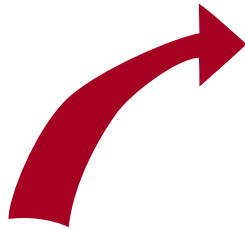
Verstärkungsfasern

- Glasfasern
- Naturfasern.
- Kohlenstofffasern
- Synthetische Fasern, z.B. Rayon, Polyester etc.

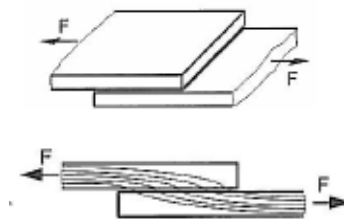


Fügetechnologien für Multi-Material-Design

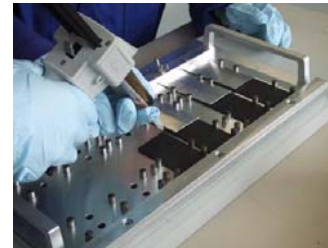
mechanisches Fügen



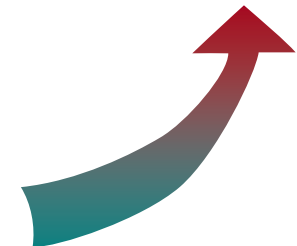
„kalte“ Fügeverfahren



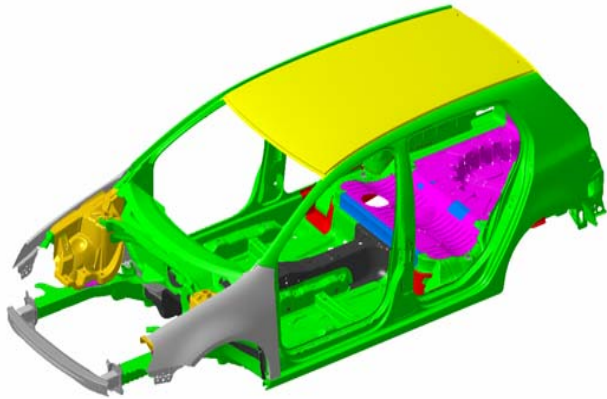
Stoffschlüssiges Fügen



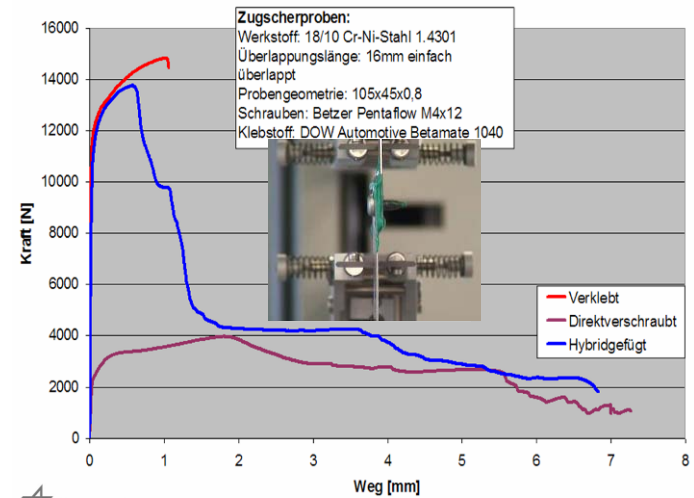
Hybridfügen



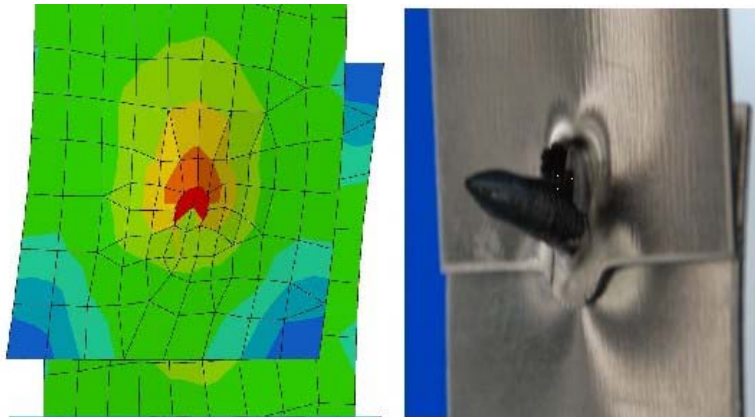
Ganzheitliche Betrachtung



Konzeption



Versuch



Simulation

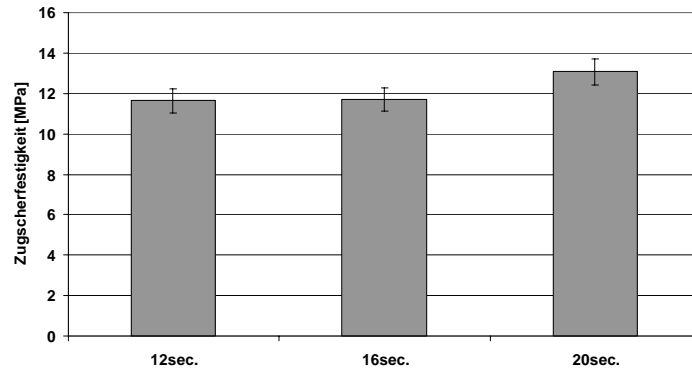
Stoffschlüssiges Fügen - kalthärtende Klebstoffsysteme für niederenergetische Oberflächen

- Problematik:
 - ahäsives Versagen
- Grund:
 - niederenergetische Oberflächen
 - Schlechte Benetzung
- Lösungsmöglichkeiten:
 - Oberflächenaktivierung
 - Klebstoffsysteme für niederenergetische Oberflächen

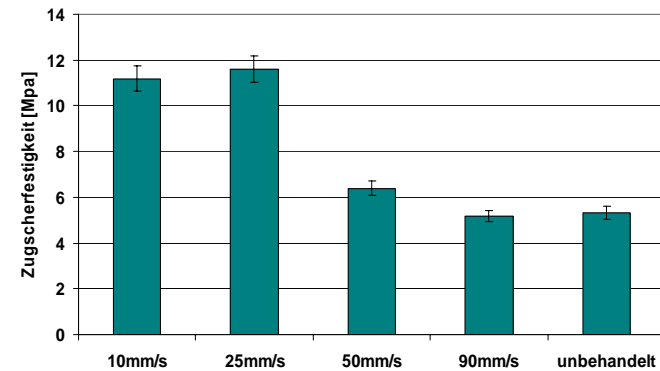


Stoffschlüssiges Fügen - Auszug aus den Ergebnissen

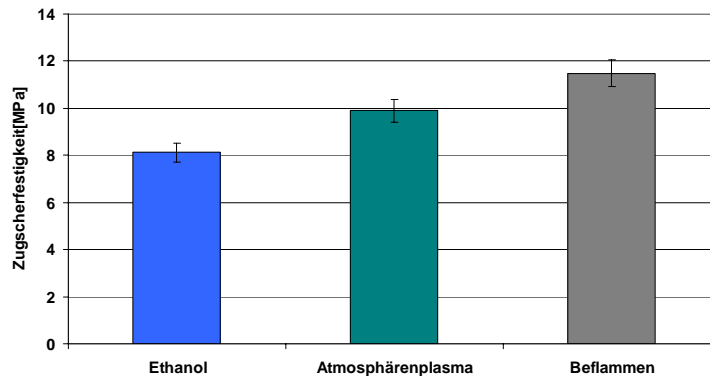
Beflammen mit Silangas



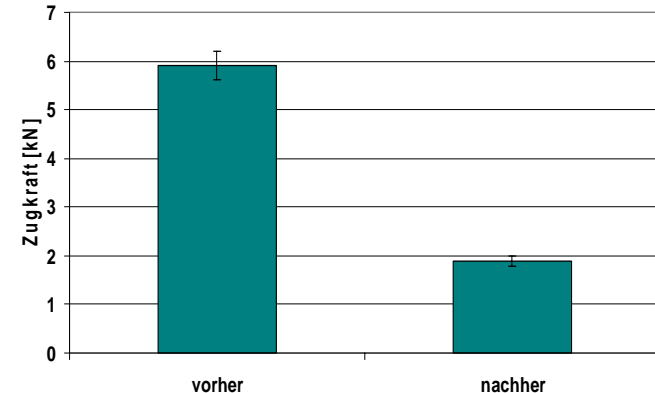
Oberflächenaktivierung mit Atmosphärenplasma



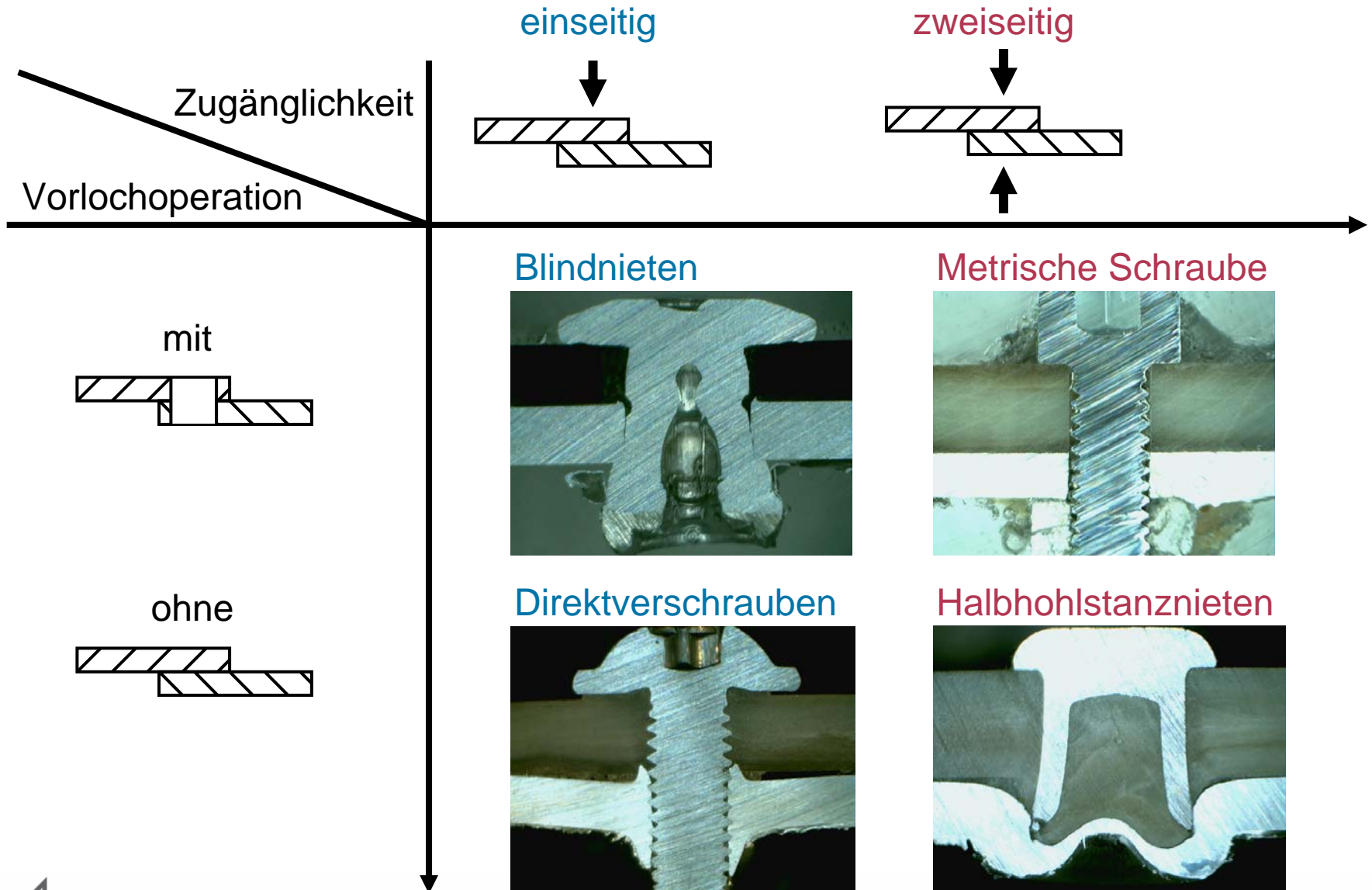
Vergleich der Vorbehandlungsmethoden



Alterungsuntersuchung

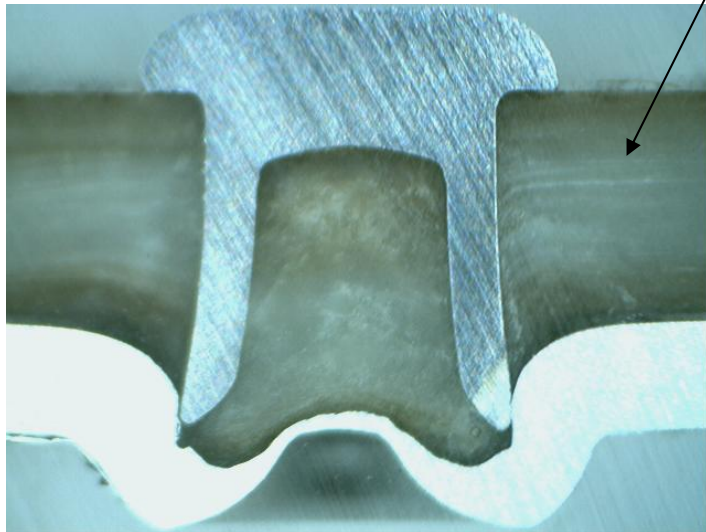


Mechanisches Fügen - Systematik



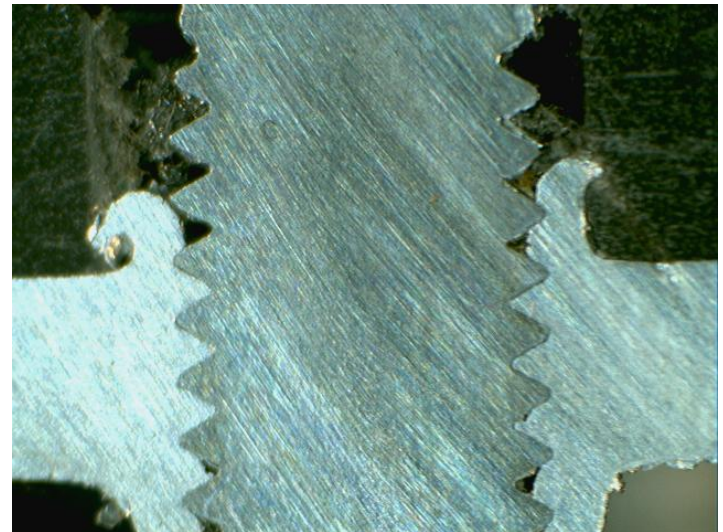
Mechanisches Fügen – Auszug aus den Ergebnissen

Fügen von LFT mittels
Halbhohlstanznieten



SN-PA40%GF-ALMg4,5Mn0,7

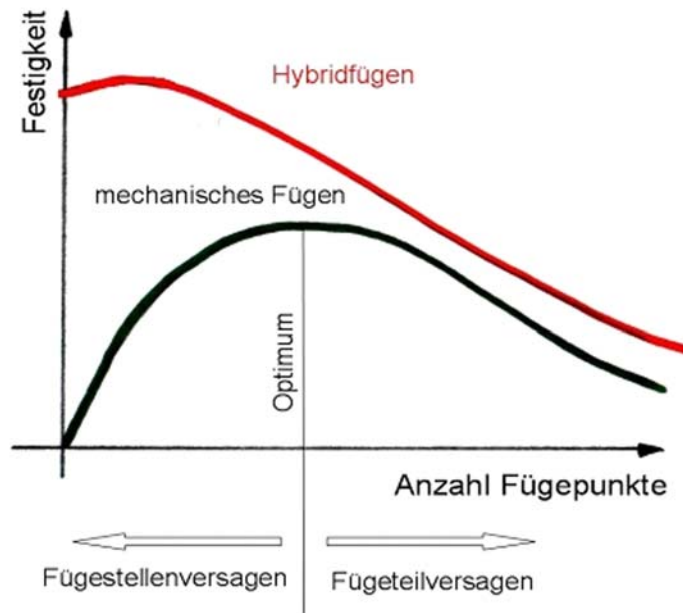
Fügen von LFT mittels
Direktverschrauben



FDS-PP30%GF-ALMg4,5Mn0,7

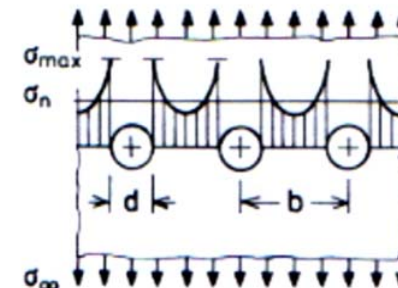


Optimierung des Fügepunktabstandes – Herausforderung von mechanisch gefügten Verbindungen



Herausforderung 1:

Fügestellenoptimierung



Optimierung des Fügepunktabstandes - Mehrelementversuch

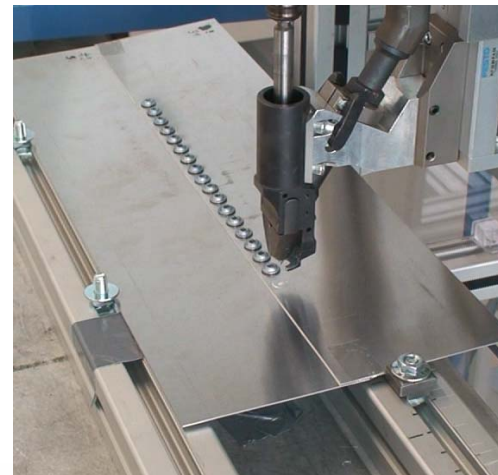
Ziel: Optimale Festigkeit einer Scherzugprobe durch Variierung des Fügepunktabstandes ermitteln

Anforderungen an die Prüfvorrichtung:

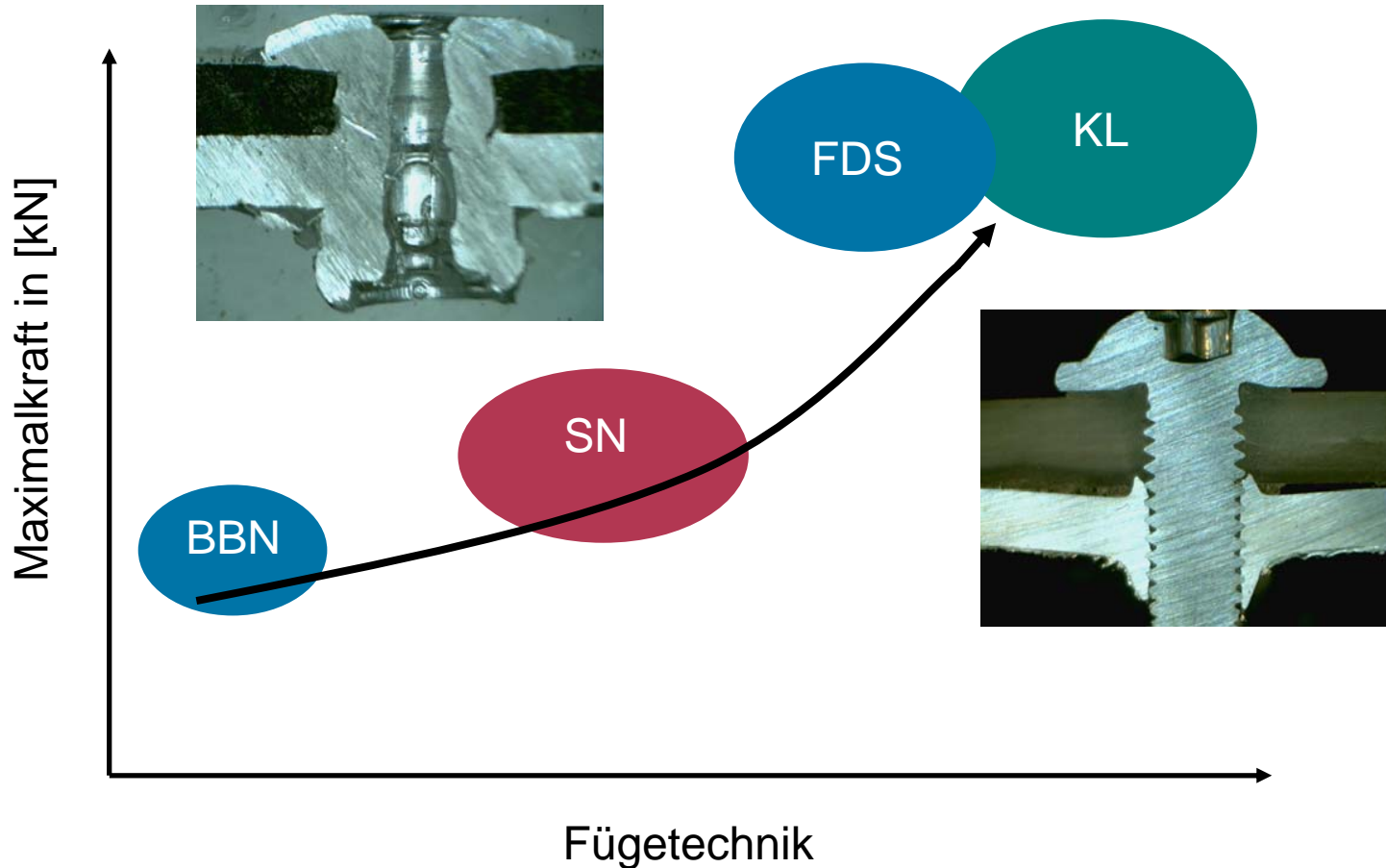
- 500 mm breite Proben zu prüfen
- Randeinflüsse zu reduzieren
- 250 kN Zugkraft zu ertragen
- Biegemomente auf Fügefläche vermeiden
- keine seitlichen Kräfte auf Prüfmaschine zulassen

Untersuchte Fügeproben:

- FDS
- Klebung mit Dow Betamate 1496
- Hybridfügung
- Jeweils 11, 21 und 31 Fügepunkte



Zusammenfassung - Maximalfestigkeit in Abhängigkeit von der Fügetechnik am Beispiel LFT-Aluminium

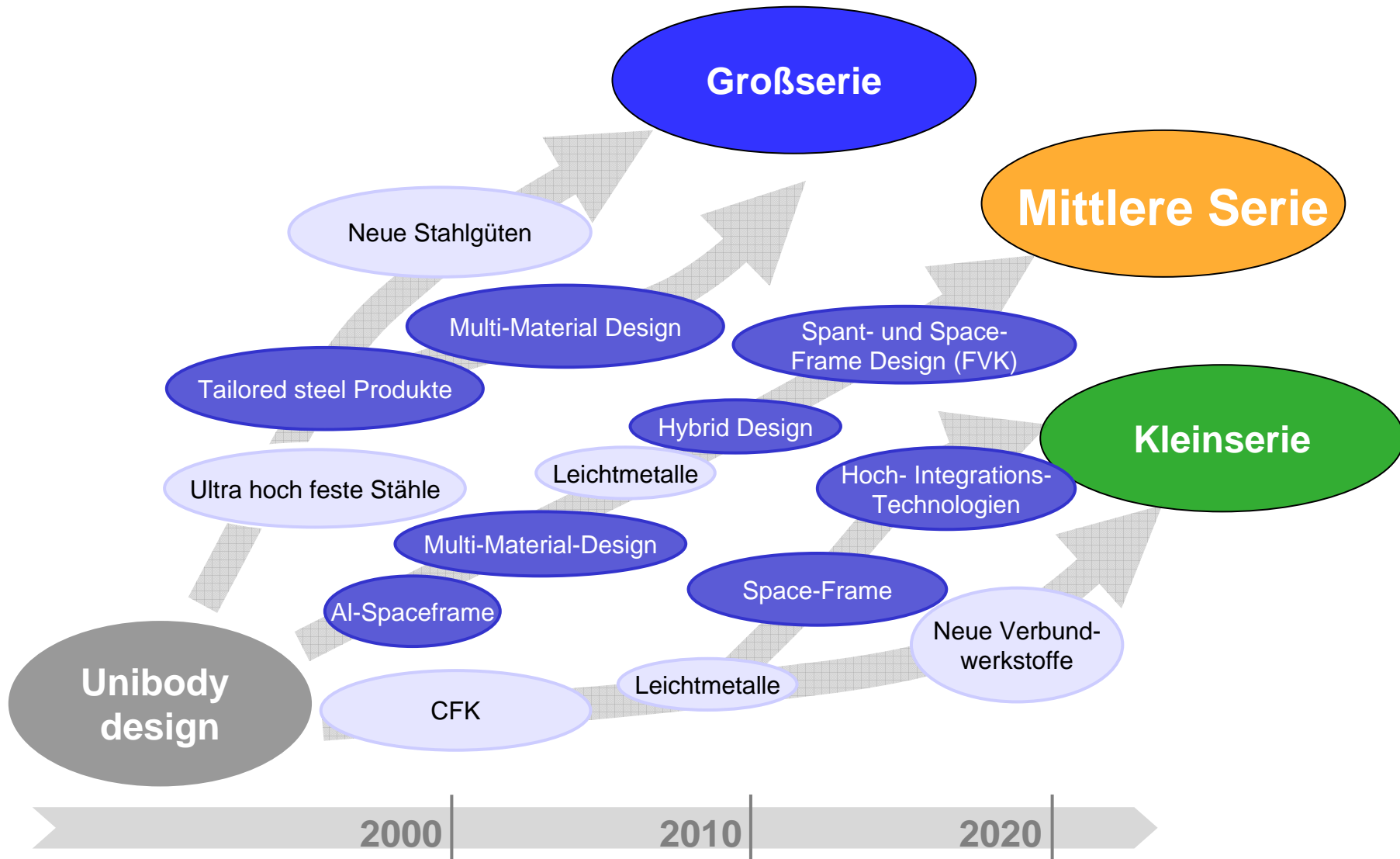


Zusammenfassung

- Oberflächenaktivierung für das Kleben von LFT-Bauteilen unverzichtbar
- Mechanische Fügetechniken mit einer rotierenden und pressenden Bewegung günstiger als eine rein pressende
- geringe Wärmeeinbringung
 - >>Vorteil bei schlecht oder nicht schweißbaren Werkstoffkombinationen
- Gemeinsame Anstrengungen von Forschungseinrichtungen und Hochschulen mit der Industrie können Voraussetzungen für neue Fügekonzepte schaffen

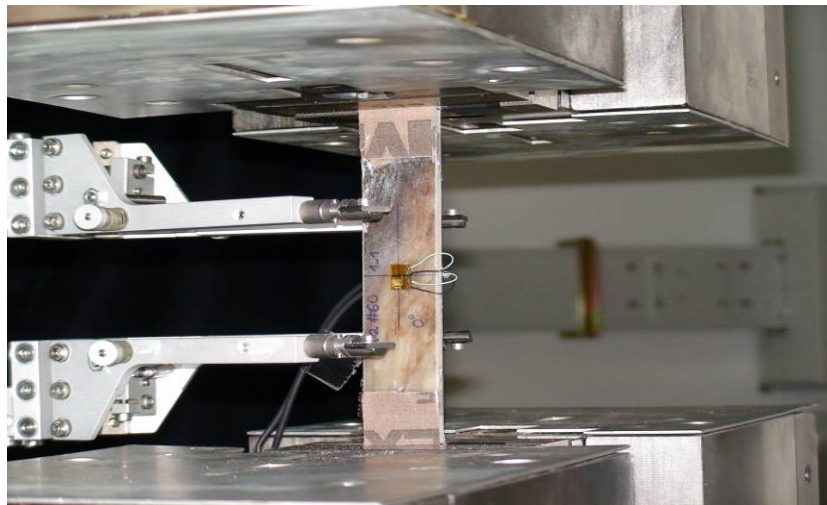


Roadmap für Leichtbauweisen





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft